



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 21 821 A 1

51 Int. Cl. 7:
B 66 F 9/24

21 Aktenzeichen: 100 21 821.0
22 Anmeldetag: 4. 5. 2000
43 Offenlegungstag: 8. 11. 2001

DE 100 21 821 A 1

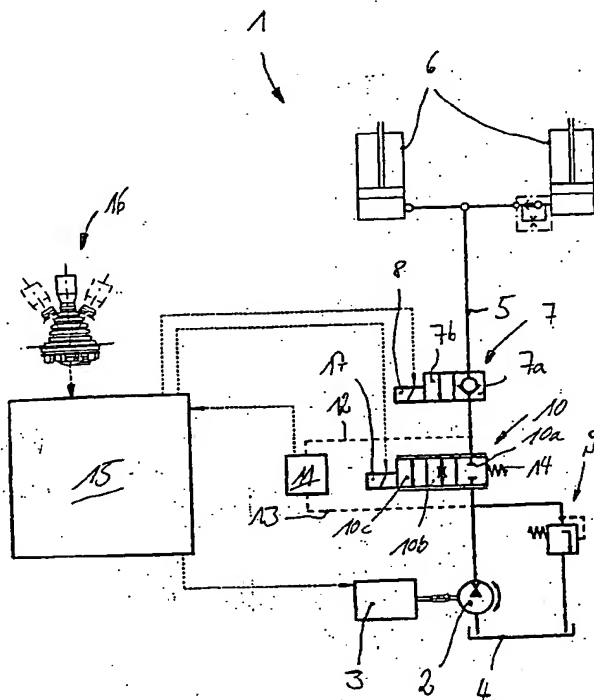
71 Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

72 Erfinder:
Deiningner, Horst, Dipl.-Ing. (TU), 63755 Alzenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Hubvorrichtung

57 Die Erfindung betrifft eine hydraulische Hubvorrichtung (1) für eine batterie-elektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung (1) ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder (6) in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder (6) mittels einer Druckmittelleitung (5) mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat (2) in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine (3) in trieblicher Verbindung steht. Die Aufgabe, im gesamten Senkenbetrieb eine Energierückgewinnung zu ermöglichen und hinsichtlich des Senkenbetriebs im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten und bei einer Änderung der Senkgeschwindigkeit ein verbessertes Betriebsverhalten zu erzielen, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Druckmittelleitung (5) ein proportional gesteuertes, mit einer Drosselstellung versehenes Ventil (10) angeordnet ist, das entsprechend einer Betätigung einer Sollwertvorgabeeinrichtung (16) auslenkbar ist, wobei die elektrische Maschine (3) derart angesteuert ist, daß an dem Ventil (10) eine konstante Druckdifferenz auftritt.



DE 100 21 821 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Hubvorrichtung für eine batterie-elektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder mittels einer Druckmittelleitung mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in trieblicher Verbindung steht.

[0002] Derartige Hubvorrichtungen werden in batterie-elektrisch betriebenen Arbeitsmaschinen, beispielsweise Flurförderzeugen, eingesetzt. Das Anheben des vertikal bewegbaren Lastaufnahmemittels erfolgt hierbei mittels zumindest eines Hubzylinders, der mit dem hydraulischen Aggregat verbunden ist, das im Hebenbetrieb als Pumpe arbeitet, Druckmittel zum Hubzylinder fördert und von der als Motor arbeitenden elektrischen Maschine angetrieben wird. Während des Absenkens wird der aus dem Hubzylinder ausströmende Druckmittelstrom durch das hydraulische Aggregat geleitet, das im Senkenbetrieb als Pumpe arbeitet und die als Generator arbeitende elektrische Maschine antreibt. Hierdurch kann die beim Absenken der Hubvorrichtung freiwerdende potentielle Energie der Last zurückgewonnen werden, indem die potentielle Energie von der als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in elektrische Energie umgewandelt und in die Batterie eingespeist wird. Durch die Energierückgewinnung beim Senken ergibt sich eine längere Betriebsdauer einer Batterieladung, wodurch das Flurförderzeug mit einer Batterieladung eine höhere Umschlagleistung aufweist.

[0003] Aus der EP 0 630 853 B1 ist eine derartige Hubvorrichtung bekannt. Die Regelung der Senkgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels erfolgt mittels einer Drehzahlregelung der elektrischen Maschine. Hierbei wird aus dem Signal eines Sollwertgebers ein Drehzahlsollwert für die elektrische Maschine gebildet. Der Drehzahlsollwert wird mit einem mittels eines an der elektrischen Maschine angeordneten Drehzahlsensors gemessenen Drehzahlwert verglichen, wobei die aus dem Drehzahlwert und dem Drehzahlsollwert gebildete Regelabweichung auf einen Drehzahlregler der elektrischen Maschine gegeben wird.

[0004] Mit einer derartigen Hubvorrichtung kann ohne wesentliche Hydraulikverluste eine optimale Energierückgewinnung im Senkenbetrieb erzielt werden.

[0005] Beim Senken stützt sich hierbei jedoch die Last nach Öffnen eines zwischen dem Hubzylinder und dem hydraulischen Aggregat angeordneten Lsthalteventils ausschließlich auf dem hydraulischen Aggregat und der mit dieser gekoppelten elektrischen Maschine ab. Im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten kann es bei einer derartigen Drehzahlregelung der elektrischen Maschine zu einer ungenauen Einstellung der Senkgeschwindigkeit kommen, da die an der hydraulischen Maschine auftretende Leckage von dem Drehzahlsensor der elektrischen Maschine nicht erfasst wird und somit die Leckage der hydraulischen Maschine bei der Einstellung der Senkgeschwindigkeit nicht berücksichtigt wird. Zudem können aufgrund der Massenkräfte der Kombination des hydraulischen Aggregats mit der elektrischen Maschine zu Beginn des Senkenbetriebs und bei Änderungen der Senkgeschwindigkeit zeitliche Verzögerungen bei der Istwerterfassung der Senkgeschwindigkeit auftreten, die in dem Drehzahlregelkreis zu Verfälschungen des Meßergebnisses und zu

Schwingungen führen können.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hubvorrichtung der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, mit der im gesamten Senkbetrieb eine Energierückgewinnung ermöglicht wird und die hinsichtlich des Senkenbetriebs im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten und bei einer Änderung der Senkgeschwindigkeit ein verbessertes Betriebsverhalten aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in der Druckmittelleitung ein proportional gesteuertes, mit einer Drosselstellung versehenes Ventil angeordnet ist, das entsprechend einer Betätigung einer Sollwertvorgabeeinrichtung auslenkbar ist, wobei die elektrische Maschine derart angesteuert ist, daß an dem Proportionalventil eine konstante Druckdifferenz auftritt.

[0008] Erfindungsgemäß wird somit die Bewegungsgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels durch eine Ansteuerung des Ventils in die Drosselstellung vorgegeben, wobei das Drehmoment und somit die Drehzahl der elektrischen Maschine derart geregelt wird, daß die an dem Ventil auftretende Druckdifferenz auf einem konstanten, vorgegebenen Wert gehalten wird. Dadurch ergibt sich im Senkbetrieb eine Senkgeschwindigkeit, die proportional zur Auslenkung des Ventils in die Drosselstellung und somit zur Öffnungsweite der Drosseleinrichtung des Ventils ist, wobei die Auslenkung des Ventils proportional zur Betätigung der Sollwertvorgabeeinrichtung ist, an der die gewünschte Senkgeschwindigkeit eingestellt ist. Die an dem Ventil auftretende Druckdifferenz ist hierbei ein Maß für den im Senkenbetrieb vom Hubzylinder zum hydraulischen Aggregat strömenden Druckmittelstrom und somit ein Maß für die Senkgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels. Durch die Ermittlung der Senkgeschwindigkeit des vom Hubzylinder abströmenden Druckmittelstroms mittels der am Ventil auftretenden Druckdifferenz und einer Konstanthaltung der am Ventil auftretenden Druckdifferenz ergibt sich im Senkenbetrieb der Hubvorrichtung, insbesondere bei geringen Senkgeschwindigkeiten, zu Beginn eines Senkvorgangs und bei Änderungen der Senkgeschwindigkeit, ein verbessertes Betriebsverhalten, da durch die Regelung der Senkgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der an dem Ventil auftretenden Druckdifferenz die Leckage der Pumpe und die Massenkräfte des hydraulischen Aggregats sowie der elektrischen Maschine keinen Einfluß auf die Geschwindigkeitsregelung der Hubvorrichtung hat. Insgesamt ergibt sich somit ein stabiler Regelkreis, mit dem im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich geringe Senkgeschwindigkeiten genau eingestellt werden können. Im gesamten Senkenbetrieb ist hierbei eine Energierückgewinnung ermöglicht, wobei lediglich der der Druckdifferenz entsprechende Anteil der potentiellen Energie am Ventil in Wärme umgewandelt wird und somit nicht zurückgewonnen werden kann.

[0009] Die Regelung der Senkgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der an dem Ventil auftretenden Druckdifferenz kann über den gesamten Arbeitsbereich im Senkenbetrieb erfolgen.

[0010] Besondere Vorteile ergeben sich gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, bei der im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten das Ventil in eine Drosselstellung ausgelenkt ist und die elektrische Maschine derart angesteuert ist, daß an dem Ventil eine konstante Druckdifferenz auftritt, und im Senkenbetrieb bei hohen Senkgeschwindigkeiten das Ventil in eine Durchflußstellung ausgelenkt ist, wobei die elektrische Maschine in Abhängigkeit von einem Drehzahlwert der elektrischen Maschine auf eine vorgegebene Senkgeschwindigkeit einstellbar ist. Die Regelung der Senkgeschwindigkeit in Ab-

hängigkeit von der am Ventil auftretenden Druckdifferenz erfolgt somit lediglich im Feinsteuerbereich bei geringen Druckmittelströmen. Bei hohen Senkgeschwindigkeiten wird das Ventil in eine Durchflußstellung ausgelenkt, in der das Ventil ohne Drosselverluste arbeitet, und die Senkgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der gemessenen Drehzahl der elektrischen Maschine bzw. der hydraulische Maschine derart geregelt, daß eine vorgegebene Senkgeschwindigkeit erreicht wird. Im Senkenbetrieb treten somit bei hohen Senkgeschwindigkeiten, in denen große Druckmittelströme durch das Ventil strömen, keine Drosselverluste am Ventil auf. Dadurch kann der Anteil der zurückgewinnbaren potentiellen Energie erhöht werden, da lediglich bei geringen Senkgeschwindigkeiten die Verluste durch die am Ventil zur Steuerung der elektrischen Maschine erforderliche Druckdifferenz auftreten. Da im Feinsteuerbereich lediglich geringe Druckmittelströme fließen, ist der Anteil an nicht zurückgewinnbarer potentieller Energie nahezu vernachlässigbar. Bei hohen Senkgeschwindigkeiten kann hierdurch die potentielle Energie nahezu vollständig in elektrische Energie umgewandelt und zurückgewonnen werden.

[0011] Zweckmäßigerweise ist hierzu der elektrischen Maschine eine Drehzahlmeßeinrichtung zugeordnet. Die Drehzahl der elektrischen Maschine bzw. des hydraulischen Aggregats kann somit auf einfache Weise ermittelt werden.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist zur Erfassung der an dem Ventil auftretenden Druckdifferenz eine Druckdifferenz-Meßeinrichtung vorgesehen. Mit einer Druckdifferenz-Meßeinrichtung, die beispielsweise zwei Drucksensoren zur Erfassung der am Ventil auftretenden Druckdifferenz aufweist, kann die am Ventil auftretende Druckdifferenz auf einfache Weise ermittelt werden.

[0013] Einer bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß eine elektronische Steuereinrichtung vorgesehen ist, die eingangsseitig mit der Druckdifferenz-Meßeinrichtung und ausgangsseitig mit der elektrischen Maschine in Verbindung steht. Mittels einer elektronischen Steuereinrichtung kann auf einfache Weise die gemessene Druckdifferenz am Ventil mit einem vorgegebenen Wert verglichen werden und das Drehmoment und somit die Drehzahl der elektrischen Maschine derart eingestellt werden, daß die am Ventil auftretende Druckdifferenz dem vorgegebenen Wert entspricht.

[0014] Zweckmäßigerweise ist hierbei das Ventil als elektrisch ansteuerbares Ventil ausgebildet ist, wobei die Sollwertvorgabeeinrichtung eingangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung in Verbindung steht, und die elektronische Steuereinrichtung ausgangsseitig mit dem Ventil in Wirkverbindung steht. Das Ventil kann somit auf einfache Weise in Abhängigkeit von der Sollwertvorgabeeinrichtung angesteuert werden.

[0015] Bei einer Ausführung einer Hubvorrichtung mit einer Drehzahlmeßeinrichtung ist es zweckmäßig, wenn die Drehzahlmeßeinrichtung eingangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung in Verbindung steht.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform ist das Ventil als Proportionalventil mit einer Durchflußstellung und einer Drosselstellung ausgebildet. Mit einem derartigen Zweistellungsventil kann im Senkenbetrieb eine Drosselstellung eingestellt werden und im Hebenbetrieb sowie gegebenenfalls im Senkenbetrieb bei hohen Senkgeschwindigkeiten durch die Durchflußstellung eine ungedrosselte Verbindung des Hubzylinders mit dem hydraulische Aggregat erzielt werden, wobei im Senkbetrieb bei hohen Senkgeschwindigkeiten die potentielle Energie nahezu vollständig zurückgewonnen werden kann und im Hebenbetrieb keine unnötigen Verluste auftreten.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausgestaltungsform ist das Ventil als Proportionalventil mit einer Sperrstellung, einer Drosselstellung für den Feinsteuerbereich und einer Durchflußstellung ausgebildet. Durch eine zusätzliche Sperrstellung kann bei in der Neutralstellung befindlichen Hubvorrichtung eine Absperrung des Hubzylinders erzielt werden.

[0018] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß in der Druckmittelleitung ein Lasthalteventil angeordnet ist, das im Hebenbetrieb eine Rückschlagfunktion aufweist und im Senkenbetrieb in eine Öffnungsstellung beaufschlagbar ist. Das Lasthalteventil verhindert somit im geschlossenen Zustand durch die Rückschlagfunktion ein Absinken der Last. In der Öffnungsstellung arbeitet das Lasthalteventil nahezu ohne Drosselverluste, so daß im Senkenbetrieb eine optimale Energierückgewinnung bei minimalen Drosselverlusten ermöglicht wird.

[0019] Zweckmäßigerweise ist das Lasthalteventil elektrisch aufsteuerbar. Dadurch kann das Lasthalteventil auf einfache Weise im Senkenbetrieb durch eine entsprechende Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung in die Öffnungsstellung beaufschlagt werden.

[0020] Mit besonderem Vorteil steht hierbei die elektronischen Steuereinrichtung ausgangsseitig mit dem Lasthalteventil in Wirkverbindung.

[0021] Die elektrische Maschine kann als Gleichstrommaschine ausgebildet sein. Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die elektrische Maschine als Asynchronmaschine ausgebildet ist. Mit einer Asynchronmaschine ergibt sich im Senkenbetrieb eine automatische Rückspeisung von elektrischer Energie in die Batterie, wodurch sich ein geringer Bauaufwand für die Hubvorrichtung ergibt.

[0022] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt

[0023] Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hubvorrichtung und

[0024] Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hubvorrichtung.

[0025] In der Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform einer hydraulischen Hubvorrichtung 1 für ein nicht mehr dargestelltes Flurförderzeug, beispielsweise einen Gabelstapler, gezeigt. Die Hubvorrichtung 1 weist ein hydraulisches Aggregat 2 auf, beispielsweise eine als Pumpe und Motor betreibbare Schrägachsen- oder Schrägscheibenmaschine, das mit einer elektrischen Maschine 3, beispielsweise einem Asynchronmotor, in trieblicher Verbindung steht. Die elektrische Maschine 3 steht zur Versorgung mit elektrischer Energie mit einer nicht mehr dargestellten Batterie in Wirkverbindung.

[0026] Das hydraulische Aggregat 2 steht mit einem Behälter 4 und einer Druckmittelleitung 5 in Verbindung, die zu Hubzylindern 6 geführt ist. Die Hubzylinder 6 dienen hierbei zur vertikalen Bewegung eines nicht mehr gezeigten an einem Hubmast vertikal bewegbaren Lastaufnahmemittels.

[0027] In der Druckmittelleitung 5 ist ein Lasthalteventil 7 angeordnet. Das Lasthalteventil 7 ist als Zweistellungsventil ausgebildet. Eine erste Schaltstellung 7a des Lasthalteventils ist als Rückschlagfunktion mit einem in Richtung zum hydraulischen Aggregat 2 sperrenden Rückschlagventil ausgebildet, wodurch in der Schaltstellung 7a ein Druckmittelstrom von den Hubzylindern 6 zu dem Aggregat 2 verhindert wird. In einer als Öffnungsstellung ausgebildeten zweiten Schaltstellung 7b ermöglicht das Lasthalteventil eine Verbindung der Hubzylinder 6 mit dem hydraulischen Aggregat 2. Das Lasthalteventil 7 ist hierbei elektrisch betätigbar, beispielsweise mittels eines Schaltmagneten 8.

[0028] Zur Absicherung der Hubvorrichtung 1 ist eine als

Druckbegrenzungsventil ausgebildete, mit der Druckmittel-
leitung 5 in Verbindung stehende Sicherungseinrichtung 9
vorgesehen, die auf den maximal zulässigen Arbeitsdruck
eingestellt ist.

[0029] Erfindungsgemäß ist in der Druckmittel-
leitung 5 zwischen dem hydraulischen Aggregat 2 und dem Lasthalte-
ventil 7 eine proportional gesteuertes Ventil 10 angeordnet.
Das Ventil 10 weist eine Sperrstellung 10a auf, in der die
Druckmittel-leitung 5 abgesperrt ist. Eine Schaltstellung 10b
für den Senkenbetrieb ist mit einer Drossel-
einrichtung versehen. Eine dritte Schaltstellung 10c des Ventils ist als
Durchflußstellung ausgebildet, in der das Ventil 10 nahezu
ohne Drosselverluste arbeitet.

[0030] Die am Ventil 10 in der Schaltstellung 10b er-
zeugte Druckdifferenz ist mittels einer Druckdifferenz-
Meßeinrichtung 11 erfaßbar. Die Druckdifferenz-Meßein-
richtung 11 steht hierbei mittels Druckmeldeleitungen 12,
13 mit der Druckmittel-leitung 5 beiderseits des Ventils 10 in
Verbindung. Das Ventil 10 ist hierbei durch eine Feder 14 in
Richtung der Stellung 10a beaufschlagt.

[0031] Die Druckdifferenz-Meßeinrichtung 11 steht ein-
gangsseitig mit einer elektronischen Steuereinrichtung 15 in
Wirkverbindung, die eingangsseitig mit einer Sollwertvor-
gabeeinrichtung 16, beispielsweise einem Joystick, in Ver-
bindung steht. Ausgangsseitig steht die elektronische Steu-
ereinrichtung 15 mit dem Schaltmagneten 8 zur Betätigung
des Lasthalteventils 7, einem Magneten 17, beispielsweise
einem Proportionalmagneten, zur Betätigung des Ventils 10
und der elektrischen Maschine 3 in Verbindung.

[0032] Im Hebenbetrieb wird durch eine entsprechende
Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 eine Bewe-
gungssollgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorge-
geben. Die elektronische Steuereinrichtung 15 steuert das
Ventil 10 in die die Durchflußstellung bildende Schaltstel-
lung 10c und steuert die elektrische Maschine 3, die im He-
benbetrieb als Motor arbeitet und das im Hebenbetrieb als
Pumpe arbeitende hydraulische Aggregat antreibt, derart an,
daß das hydraulische Aggregat 2 die erforderliche Druck-
mittelmenge fördert und das Lastaufnahmemittel mit der
vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeit betrieben wird.
Im Hebenbetrieb befindet sich das Lasthalteventil in der
Schaltstellung 7a.

[0033] Im Senkenbetrieb wird durch eine entsprechende
Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 eine Bewe-
gungssollgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorge-
geben. Das Lasthalteventil 7 wird hierbei mittels der elek-
tronischen Steuereinrichtung 15 durch entsprechende An-
steuerung des Schaltmagneten 8 in die die Öffnungsstellung
bildende Schaltstellung 7b aufgesteuert. Das Ventil 10 wird
durch die elektronische Steuereinrichtung 15 entsprechend
der Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 und som-
it entsprechend der vorgegebenen Bewegungssollge-
schwindigkeit in die Drosselstellung 10b beaufschlagt, wo-
bei durch die Öffnungsweite der Drossel-
einrichtung in der Schaltstellung 10b eine Bewegungssollgeschwindigkeit
vorgeben ist. Druckmittel strömt somit vom Hubzylinders 6
zum hydraulischen Aggregat 2, das als Pumpe arbeitet, und
die als Generator arbeitende elektrische Maschine antreibt.
Die elektronische Steuereinrichtung 15 steuert hierbei die
elektrische Maschine 3 derart an, daß die an der Druckdiffe-
renz-Meßeinrichtung 11 gemessenen Druckdifferenz am
Ventil 10 auf einen konstanten, vorgegebenen Wert gehalten
wird. Die elektrische Maschine 3 und somit das als Motor
arbeitende hydraulische Aggregat 2 wird folglich mit einer
derartigen Drehzahl betrieben, daß die durch die Drossel-
einrichtung des in der Schaltstellung 10b befindlichen Ventils 10
eingestellte Bewegungssollgeschwindigkeit erzielt wird.
Die als Generator arbeitende elektrische Maschine 3 erzeugt

hierbei ein Bremsmoment zur Lasthaltung der Last und
speist elektrische Energie in die Batterie zurück.

[0034] Durch die Vorgabe der Senkgeschwindigkeit des
Lastaufnahmemittels durch die Öffnungsweite der Drossel-
einrichtung des in der Schaltstellung 10b ausgelenkten Ven-
tils 10 im Senkenbetrieb und einer durch die Regelung der
elektrischen Maschine 3 bewirkte konstante Druckdifferenz
am Ventil 10 kann hierbei die Senkgeschwindigkeit im Fein-
steuerbereich auf geringe Werte genau eingestellt werden.
Zudem ergibt sich ein verbesserter Übergang vom Stillstand
in den Senkenbetrieb und ein verbessertes Betriebsverhalten
bei einer Änderung der Senkgeschwindigkeit, da die Mas-
senkräfte des hydraulischen Aggregats und der elektrischen
Maschine keinen Einfluß auf die Senkgeschwindigkeit zu
Beginn der Senkbewegung aufweisen.

[0035] In der Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform einer
Hubvorrichtung 1 gezeigt, wobei in Ergänzung zur Hubvor-
richtung gemäß der Fig. 1 bei der Hubvorrichtung der Fig. 2
der elektrischen Maschine 3 eine Drehzahlmeßeinrichtung
20 zugeordnet ist, die eingangsseitig mit der elektronischen
Steuereinrichtung 15 in Verbindung steht.

[0036] Im Hebenbetrieb wird durch eine entsprechende
Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 eine Bewe-
gungssollgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorge-
geben. Die elektronische Steuereinrichtung 15 steuert das
Ventil 10 in die Schaltstellung 10c und bildet aus der Bewe-
gungssollgeschwindigkeit und der an der Drehzahlmeßein-
richtung 20 gemessenen Bewegungsisgeschwindigkeit eine
Regelabweichung, in deren Abhängigkeit die elektrische
Maschine 3, die im Hebenbetrieb als Motor arbeitet und das
im Hebenbetrieb als Pumpe arbeitende hydraulische Aggre-
gat 2 die erforderliche Druckmittelmenge fördert und
das Lastaufnahmemittel mit der vorgegebenen Bewe-
gungsgeschwindigkeit betrieben wird. Das Lasthalteventil 7 be-
findet sich hierbei in der Schaltstellung 7a.

[0037] Im Senkenbetrieb wird durch eine entsprechende
Auslenkung der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 eine Bewe-
gungssollgeschwindigkeit des Lastaufnahmemittels vorge-
geben. Das Lasthalteventil 7 wird hierbei mittels der elek-
tronischen Steuereinrichtung 15 durch entsprechende An-
steuerung des Schaltmagneten 8 in die die Öffnungsstellung
bildende Schaltstellung 7b aufgesteuert.

[0038] Sofern eine geringe Bewegungssollgeschwindigkeit
vorgegeben ist und sich somit die Hubvorrichtung im Fein-
steuerbereich befindet, wird das Ventil 10 durch die elek-
tronische Steuereinrichtung 15 entsprechend der Auslenkung
der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 und somit entsprechend
der eingestellten Bewegungssollgeschwindigkeit in die
Drosselstellung 10b beaufschlagt, wobei durch die Öff-
nungsweite der Drossel-
einrichtung in der Drosselstellung
10b die Senkgeschwindigkeit vorgeben ist. Druckmittel
strömt somit vom Hubzylinders 6 zum hydraulischen Aggre-
gat 2, das als Pumpe arbeitet, und die als Generator arbei-
tende elektrische Maschine antreibt. Die elektronische Steu-
ereinrichtung 15 steuert hierbei die elektrische Maschine 3
derart an, daß die an der Druckdifferenz-Meßeinrichtung 11
gemessenen Druckdifferenz am Ventil 10 auf einen konstan-
ten, vorgegebenen Wert gehalten wird. Die elektrische Ma-
schine 3 und somit das als Motor arbeitende hydraulische
Aggregat 2 wird folglich mit einer derartigen Drehzahl be-
trieben, daß die durch die Drossel-
einrichtung des in der
Schaltstellung 10b befindlichen Ventils 10 eingestellte Bewe-
gungssollgeschwindigkeit erzielt wird.

[0039] Sofern an der Sollwertvorgabeeinrichtung 16 eine
hohe Bewegungssollgeschwindigkeit vorgegeben ist, wird
durch die elektronische Steuereinrichtung 15 das Ventil 10
in die Durchflußstellung 10c beaufschlagt. Die elektroni-

sche Steuereinrichtung 15 bildet aus der Bewegungssollgeschwindigkeit und der mittels der Drehzahlmeßeinrichtung 20 ermittelten Bewegungsisstgeschwindigkeit eine Regelabweichung, in Abhängigkeit derer die elektrische Maschine 3 derart angesteuert wird, daß das als Motor arbeitende hydraulische Aggregat 2 mit einer derartigen Drehzahl betrieben wird, daß das Lastaufnahmemittel mit der eingestellten Bewegungssollgeschwindigkeit betrieben wird.

[0040] Die als Generator arbeitende elektrische Maschine 3 erzeugt hierbei im gesamten Senkenbetrieb ein Bremsmoment zur Lasthaltung der Last und speist elektrische Energie in die Batterie zurück.

[0041] Das Umschalten der Regelung der elektrischen Maschine 3 von einer Differenzdruckregelung im Feinsteuerbereich auf eine Regelung in Abhängigkeit von der Drehzahl der elektrischen Maschine bei hohen Senkgeschwindigkeiten kann hierbei in Abhängigkeit von der an der Sollwertvorgabeeinrichtung vorgegebenen Bewegungssollgeschwindigkeit erfolgen, wobei unterhalb eines Grenzwertes für eine Bewegungssollgeschwindigkeit und somit im Feinsteuerbereich eine Differenzdruckregelung und oberhalb eines Grenzwertes für eine Bewegungssollgeschwindigkeit und somit bei hohen Senkgeschwindigkeiten eine Regelung in Abhängigkeit von der Drehzahl der elektrischen Maschine erfolgt.

[0042] Durch eine derartige Regelung der Senkgeschwindigkeit kann die genaue Einstellung einer geringen Senkgeschwindigkeit im Feinsteuerbereich und ein sanfter Übergang vom Stillstand in den Senkbetrieb mit einer hohen Energierückgewinnung bei hohen Senkgeschwindigkeiten kombiniert werden, da durch die Regelung der elektrischen Maschine in Abhängigkeit von der mittels der Drehzahlmeßeinrichtung 20 gemessenen Drehzahl bei hohen Senkgeschwindigkeiten kein Druckabfall an dem Ventil erforderlich ist.

[0043] Das Ventil 10 kann ebenfalls als Zweistellungsventil mit einer Drosselstellung 10b und einer Durchflußstellung 10c ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Hydraulische Hubvorrichtung für eine batterieelektrisch betriebene Arbeitsmaschine, insbesondere Flurförderzeug, wobei die Hubvorrichtung ein vertikal bewegbares Lastaufnahmemittel aufweist, das mit zumindest einem hydraulischen Hubzylinder in Wirkverbindung steht, wobei der Hubzylinder mittels einer Druckmittelleitung mit einem im Hebenbetrieb als Pumpe und im Senkenbetrieb als Motor arbeitenden hydraulischen Aggregat in Verbindung steht, das mit einer im Hebenbetrieb als Motor und im Senkenbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine in trieblicher Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Druckmittelleitung (5) ein proportional gesteuertes, mit einer Drosselstellung versehenes Ventil (10) angeordnet ist, das entsprechend einer Betätigung einer Sollwertvorgabeeinrichtung (16) auslenkbar ist, wobei die elektrische Maschine (3) derart angesteuert ist, daß an dem Ventil (10) eine konstante Druckdifferenz auftritt.
2. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Senkenbetrieb im Feinsteuerbereich bei geringen Senkgeschwindigkeiten das Ventil (10) in eine Drosselstellung (10b) ausgelenkt ist und die elektrische Maschine (3) derart angesteuert ist, daß an dem Ventil (10) eine konstante Druckdifferenz auftritt, und im Senkenbetrieb bei hohen Senkgeschwindigkeiten das Ventil (10) in eine Durchflußstel-

lung (10c) ausgelenkt ist, wobei die elektrische Maschine (3) in Abhängigkeit von einem Drehzahlwert der elektrischen Maschine (3) auf eine vorgegebene Senkgeschwindigkeit einstellbar ist.

3. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrischen Maschine (3) eine Drehzahlmeßeinrichtung (20) zugeordnet ist.

4. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erfassung der an dem Ventil (10) auftretenden Druckdifferenz eine Druckdifferenz-Meßeinrichtung (11) vorgesehen ist.

5. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektronische Steuereinrichtung (15) vorgesehen ist, die eingangsseitig mit der Druckdifferenz-Meßeinrichtung (11) und ausgangsseitig mit der elektrischen Maschine (3) in Verbindung steht.

6. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (10) als elektrisch ansteuerbares Ventil ausgebildet ist, wobei die Sollwertvorgabeeinrichtung (16) eingangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung (15) in Verbindung steht, und die elektronische Steuereinrichtung (15) ausgangsseitig mit dem Ventil (10) in Wirkverbindung steht.

7. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlmeßeinrichtung (20) eingangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung (15) in Verbindung steht.

8. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (10) als Proportionalventil mit einer Durchflußstellung (10c) und einer Drosselstellung (10b) ausgebildet ist.

9. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (10) als Proportionalventil mit einer Sperrstellung (10a), einer Drosselstellung (10b) und einer Durchflußstellung (10c) ausgebildet ist.

10. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Druckmittelleitung (5) ein Lasthalteventil (7) angeordnet ist, das im Hebenbetrieb eine Rückschlagfunktion (7a) aufweist und im Senkenbetrieb in eine Öffnungsstellung (7b) aufsteuerbar ist.

11. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Lasthalteventil (7) elektrisch aufsteuerbar ist.

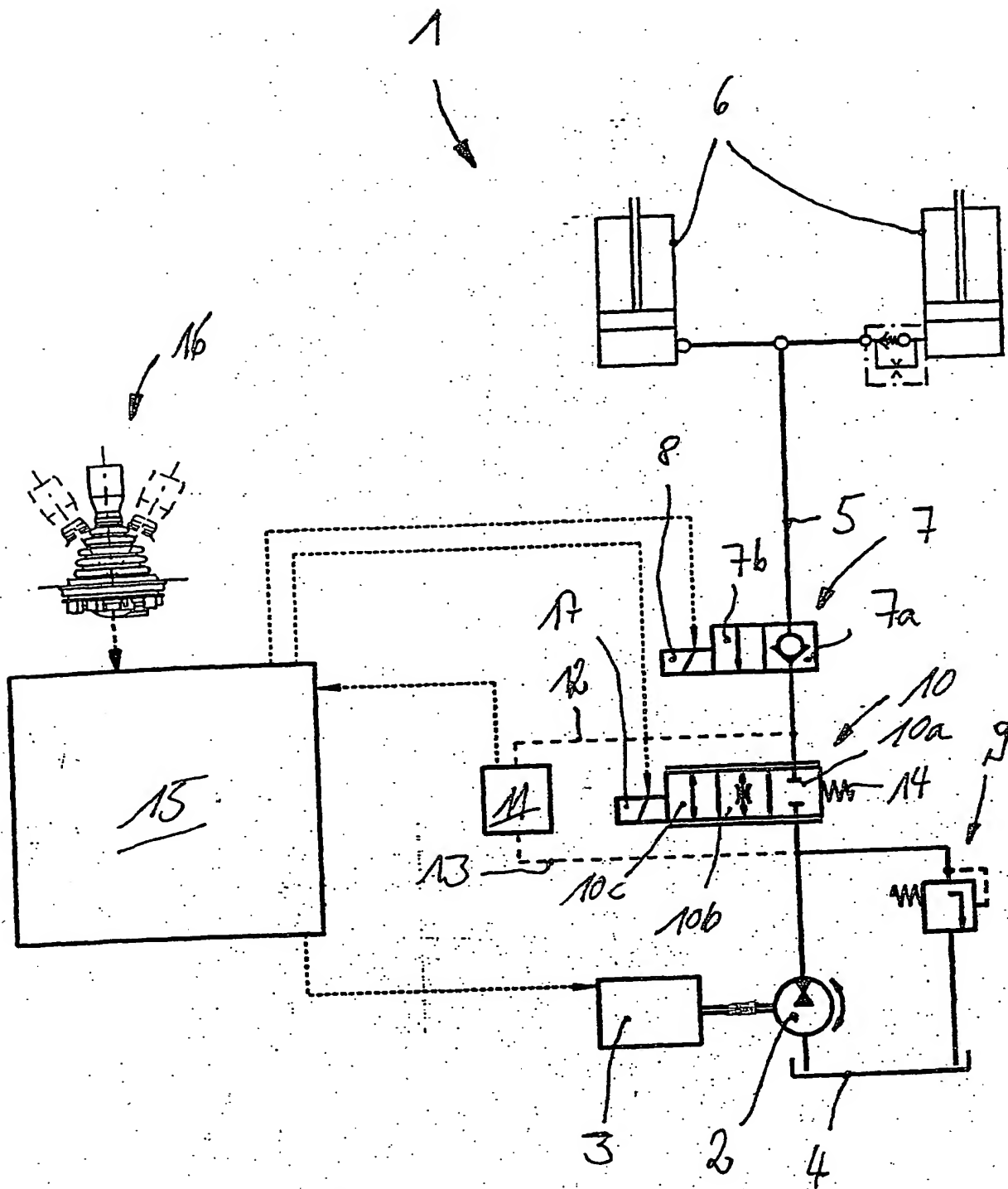
12. Hydraulische Hubvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Lasthalteventil (7) ausgangsseitig mit der elektronischen Steuereinrichtung (15) in Wirkverbindung steht.

13. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) als Gleichstrommaschine ausgebildet ist.

14. Hydraulische Hubvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) als Asynchronmaschine ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



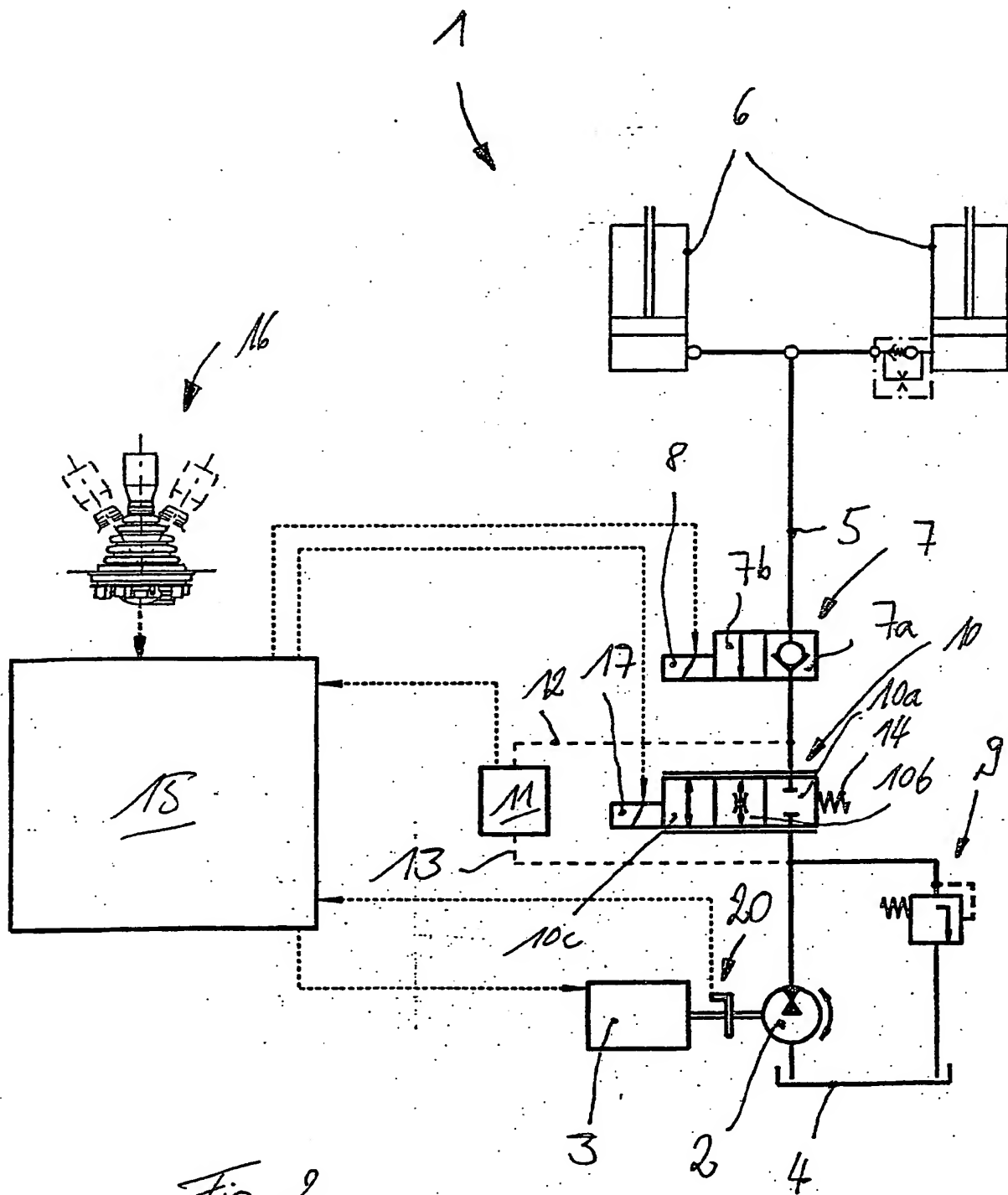


Fig. 2